ΧΡΟΝΙΚΑ
ΤΟΥ
ΜΠΕΝΑΚΕΙΟΥ ΦΥΤΟΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟΥ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟΥ
ANNALES
DE L'
INSTITUT PHYTOPATHOLOGIQUE BENAKI

ΕΤΟΣ ANNÉE 9 | 1955 | ΤΕΥΧΗ FASCICULES 1-2

RAPPORT SOMMAIRE SUR LES PRINCIPALES MALADIES DES PLANTES CULTIVÉES, OBSERVÉES EN GRÈCE AU COURS DE L'ANNÉE 1954

par

A. J. SAREJANNI, S. D. DÉMÉTRIADÈS et A. J. PAPA'IOANNOU

Au cours de l'année 1954 on a eu l'occasion de déterminer à l'Institut Phytopathologique Benaki les maladies suivantes:

SUR VIGNE

1. La dégénérescence infectueuse a été trouvée sur des boutures provenant des pepinières de Lessini en Aetolie et Acarnanie et sur des vieux ceps de *Vitis vinifera* L. greffés sur des sujets américains à la région de Nenedes et Pagonda de l'île de Samos.

2. Le mal de l'Esca a été observé dans la région de Kiphissia en Attique, à Trifillia dans le Péloponnèse, à l'île de Chio et à la région de Pagonda de l'île de Samos. Dans tous les cas le mal fongique était accompagné d'une attaque de termites.

3. Le pourridié dû à l'*Armillaria mellea* (Vahl.) Quelet fut trouvé à Messenikola de la région de Karditsa; un autre dû au *Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl. fut déterminé à la région de Kozani.

4. Une attaque sérieuse des grappes par le *Coniothyrium diplodiella* (Speg.) Sacc. fut déclanchée après une chutte de grèle et fit des dégâts à la région de Drama en Macédoine.

5. Le *Botrytis cinerea* Pers. fit des dégâts assez importants sur

la variété de table Roditis au moment de la maturité à Examilia de la région de Corinthe.

6. Des dégâts dus à un coup de soleil ont été observés sur la variété Fraoula à Corinthe.

SUR OLIVIER

1. Le *Pseudomonas savastanoi* (Smith) Stevens fut trouvé sur des jeunes branches dans la région de Lassithi à l'île de Crète et à Preveli.

2. Une sérieuse attaque du *Macrophoma dalmatica* (Thün.) Berl. et Vogl. fit des dégâts aux olivettes de la région d'Agrinion. La maladie se manifesta sous la forme de tache humide, à l'automne qui fut particulièrement pluvieux.

3. Des dégâts graves furent provoqués par le 2,4-D sur les feuilles et les jeunes pousses à la suite d'une pulvérisation accidentelle par le dit produit au lieu d'hexachlorure de benzene et de DDT dont on envisageait l'utilisation pour la lutte contre les insectes.

SUR LES AGRUMES

CITRONNIER

1. Le *Pseudomonas syringae* van Hall et un *Phytophthora sp.* causèrent des sérieux dégâts (sur les citrons) sur la côte du Péloponnèse en face de l'île de Poros. La maladie prit une forme épiphytique à la suite d'une chute de grèle. A la même région ainsi qu'à l'île d'Égine qui est à proximité l'attaque de la bactérie s'observa dans plusieurs cas sur les branches accompagnée de celle de *Deuterophoma tracheiphila* Petri.

MANDARINIER

Le *Deuterophoma tracheiphila* Petri à l'île d'Ikaria.

ORANGER

Le mal connu sous le nom de «Gum spot» fut observé sur les feuilles à Koutra de la région de Bathy de l'île de Samos.

SUR ARBRES FRUITIERS

ABRICOTIER

Le *Sclerotinia laxa* Aderh. et Ruhl. fut déterminé dans plusieures localités en Attique et à l'île d'Eubée. La maladie causa des sérieux dégâts sur les fleurs et les jeunes branches.

AMANDIER

1. Le *Taphrina deformans* (Berk.) Tul. fut observé dans plusieures localités en Attique.

2. Le *Sclerotinia laxa* Aderh. et Ruhl. endommagea les fruits

qui tous présentaient une attaque d'insectes (probablement d'*Eurytoma*).

3. Dégâts des jeunes fruits dus à la grèle.

4. Des brulûres provoquées par une forte concentration en cuivre de la bouillie bordelaise (3%).

CERISIER

Le *Sclerotinia laxa* Aderh. et Ruhl. sur les cerises accompagnant des attaques d'insectes, à Kiphissia en Attique.

FIGUIER

1. Le *Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl. fut trouvé sur les racines à Paiania en Attique.

2. Une pourriture des figues (Endosepsis) en Messenie.

3. Dépérissement des jeunes branches dû au froid, à la même région.

FRAISIER

Des dégâts très graves ont été observés à la région de Marathon en Attique, dus à la nature saline du sol. Les feuilles présentaient tout d'abord une nécrose périphérique qui s'étendait par la suite sur toute la surface du limbe et sur le pétiole. Le système radiculaire des plantes en question était complètement détruit.

MURIER

Le *Pseudomonas mori* (Boyer et Lambert) Stevens à Komotini en Macédoine occidentale.

NEFLIER DU JAPON

Le *Fusicladium eriobotryae* (Cav.) Sacc. fit des dégâts sur les fruits et les feuilles en Attique et à Pyrgos de la région Monofatsi en Crète.

NOYER

Le *Rhizopus nigricans* Ehrenb. fut déterminé sur les noix à Mégalopolis dans le département d'Arcadie (Péloponnèse).

PÊCHER

Un *Phytophthora sp.* sur le collet de jeunes arbres à Verria en Macédoine.

PISTACHIER

1. Un *Phytophthora sp.* sur le collet de vieux arbres à Phaliron près d'Athènes.

2. L'*Uromyces terebinthii* (D.C.) Wint. à Plomarion à l'île de Lesbos.

3. Le *Septoria pistacina* Allescher causa une attaque sérieuse à Kiphissia en Attique.

POIRIER

1. Le *Fusicladium pirinum* (Lib.) Fuck. sur fruits et feuilles à Kalyvia de la région de Monofatsi en Crète.

2. Dégâts sur fruits provoqués par une température trop basse pendant la conservation aux frigorifères d'Athènes.

POMMIER

1. Un pourridié dû au *Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl. à la région de Levadia en Béotie.

2. Le *Fusicladium dendriticum* (Wahllr.) Fuck. sur feuilles à Stromi en Phocide.

3. Le *Sclerotinia laxa* Aderh. et Ruhl. sur fruits à Kiphissia en Attique. Tous ces fruits avaient été attaqués par la carpocapse et le mal fongique s'étendait à partir du trou provoqué par l'insecte.

4. Le *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. sur jeunes pousses à la région de Naoussa en Macédoine.

5. Des tumeurs causées sur des jeunes arbustes par le *Bacterium tumefaciens* Smith et Towns. à Mavrolithari en Phthiotis.

6. Des altérations morphologiques ressemblant à celles décrites en Italie et dues probablement à un virus. Les branches se développent de manière à former une sorte de balais de sorcière. Les feuilles sont plus petites que les normales et les fruits restent chétifs.

7. Une altération de nature physiologique, connue sous le terme «Internal breakdown» s'observa sur les fruits conservés aux frigorifères et provenant des régions de Naoussa et de Verria en Macédoine.

8. Des dégâts provoqués par des températures basses sur des jeunes arbustes à Édessa en Macédoine.

SUR PLANTES INDUSTRIELLES

COTON

1. Un *Phyllosticta sp.* sur les feuilles à Kastro de l'île de Lemnos.

2. Le *Xanthomonas malvacearum* (E. F. Smith) Dowson sur feuilles et les capsules dans les régions de Larissa et de Serrai.

3. Déformation des feuilles causée par des herbicides phytohormoniques à la région de Serrai et à Athili en Phocide.

4. Des dégâts dus à la sécheresse à la région d'Astakos. La racine principale reste chétive; sur le collet il se forme une sorte de gonflement.

5. Carence de potassium à la région de Thermis près de Thessalonique.

LIN

Le *Melampsora lini* (Ehrenb.) Lév. sur plantes de la variété «Kilkis» à Pyrgos de la région de Monofatsi en Crète.

TABAC

1. Un *Oidium sp.* à Lazarina dans la région de Karditsa (Thessalie).

SUR PLANTES POTAGÈRES

ARTICHAUT

L'*Ascochyta hortorum* (Speg.) Smith sur les capitules causa des dégâts sérieux à la région de Trifillia dans le Péloponnèse.

AUBERGINE

Un *Fusarium sp.* sur jeunes plantules à l'île de Syros.

CHOU

Le *Plasmodiophora brassicae* Woron. fut trouvé sur les racines à la région de Stralon en Chalcidique. La maladie se signala pour la première fois en Grèce.

LAITUE

1. Le *Bremia lactucae* Regel sur feuilles à Kiphissia et Koropi en Attique.

2. Le *Marssonina panattoniana* (Berl.) Magn. à Peristeri aux environs d'Athènes.

3. Le *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) Massee causa des dégâts sérieux à la région de Kiphissia en Attique.

OIGNON

Le *Peronospora destructor* (Berk.) Casp. fut observé dans l'île de Lemnos où il causa des dégâts assez importants.

PIMENT

1. Des dégâts importants ont été provoqués par une attaque de *Phytophthora sp.* sur le collet des plantes sur des cultures irriguées aux environs d'Athènes et à Oropos en Attique.

2. Un *Fusarium sp.* sur jeunes plantes à l'île de Céphalonie.

POMME DE TERRE

1. Le *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary causa quelques dégâts sur les tubercules conservés en silo.

2. Le *Corynebacterium sepedonicum* (Spiekermann & Kotthof) Skaptason & Burkholder, à l'île de Naxos.

3. Le «cœur creux», à la région de Thèbes.

TOMATE

1. Une hadromycose causée par un *Fusarium sp.* fit des sérieux dégâts aux îles de Céphalonie et d'Ikaria.

2. Le *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary à la région d'Amygdaleon près de Cavalla.

SUR LÉGUMINEUSES

ARACHIDE

1. Le *Rhizoctonia solani* Kühn provoqua une attaque sérieuse dans le département de Messenie (Péloponnèse).

2. Le *Sclerotinia minor* Jagger causa des dégâts importants à la région de Néapolis en Laconie.

FÈVE

1. L'*Ascochyta pisi* Lib. dans plusieures localités en Attique.

2. L'*Uromyces fabae* (Pers.) de Bary aussi dans différentes localités en Attique.

3. Un *Ascochyta sp.* causa quelques dégâts à Sabariza en Argolide.

HARICOT

1. Le *Phoma subcircinata* Ell. et Ev. sur les gousses et les graines à Megali Panagia en Chalcidique.

2. Le *Rhizoctonia solani* Kühn fut trouvé sur le collet et les racines des jeunes plantules à Platystomon dans le département de Phthiotis.

3. L'*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Link, forme écidienne, sur feuilles à Stromi du Mont Parnasse.

LUZERNE

1. Le *Rhizoctonia solani* Kühn en Béotie.

2. Le *Rhizoctonia crocorum* D. C. ex Fr. à Leucopigi de la région de Kozani.

3. Le *Macrophomina phaseoli* (Maubl.) Ashby causa des dégâts importants, à Mavromanion de la région de Karditsa, sur des plantes âgées de 3 ans. Le système radiculaire des plantes attaquées était complètement détruit et plein de sclérotes.

POIS-CHICHE

Le *Rhizoctonia solani* Kühn à Kosmion de la région de Rodopi.

SUR CÉRÉALES

BLÉ

1. Un *Helminthosporium sp.* sur feuilles à Gortyna en Crète et à Milea de la région de Kozani.

2. L'*Urocystis tritici* Körn. à Skinia de la région de Rodopi.

SUR PLANTES ORNEMENTALES

CHRYSANTHÈMES

Une hadromycose due à un *Verticillium sp.* à Éleusis en Attique.

GARDENIA

Carence de fer sur plantes cultivées dans des pots à Vrilissia en Attique. Des pulvérisations d'une solution de Sequestrène à 1 °/₀₀ ont donné des résultats excellents.

LAURIER-ROSE

Des tumeurs causées par le *Pseudomonas savastanoi var. nerii* C. O. Smith sur branches et feuilles à Filothei aux environs d'Athènes.

SUR ARBRES FORESTIERS

PIN

Le *Septoria accicola* (Thüm.) Sacc. causa quelques dégâts en Macédoine.

SUR LE MÉTABOLISME ANORMAL OBSERVÉ CHEZ L'*HIBISCUS ESCULENTUS* L. DANS LE CAS DE CARENCE DE FER

par

STÉPHANE D. DÉMÉTRIADÈS

INTRODUCTION

Les recherches sur la physiologie pathologique des végétaux ont montré que dans le cas de manque de fer il y a, chez la plante, une diminution de la quantité des protéines et une augmentation de celle de l'azote soluble (Bennett 1945a, 1945b, Bonner 1952, Iljin 1951, Sideris et Young 1946a, Steinberg 1951). Des perturbations analogues furent notées chez les champignons (Nielsen et collab. 1950). Sideris et Young (1944) ont, d'autre part, trouvé que chez l'*Ananas comosus* la carence ferrique avait comme résultat l'augmentation du taux du fructose dans le cas où l'azote était fourni sous forme de nitrate. Le taux du sucrose, d'autre part, diminuait ou augmentait selon que l'azote était donné sous forme nitrique ou ammoniacale. L'amidon, toujours dans le cas de l'Ananas carencé, ainsi que les fractions pentosaniques des hemicelluloses se trouvaient diminués chez les plantes chlorotiques tandis que le taux des fractions hexosaniques augmentait.

Selon Bennett (1945b) la carence ferrique provoque la diminution de la quantité des sucres réducteurs et des hydrates de carbone en général. Suivant les résultats de Sideris et ses collaborateurs (1943) la quantité des cendres (rapportée à 100 gr. de matière sèche) est supérieure chez l'Ananas privé de fer par rapport à la plante normal. Le potassium, plus particulièrement, présente un taux plus élevé, chez les plantes chlorotiques, lorsque l'azote est fourni sous la forme de nitrate. Cette différence, entre plantes normales et plantes chlorotiques, s'anulle ou même s'inverse lorsque l'on donne de l'azote ammoniacal.

Les carences minérales auraient, d'autre part, une répercussion sur l'activité des systèmes enzymatiques de la plante.

Il a été noté que dans le cas de manque de fer l'activité de la catalase était inférieure à celle présentée par cet enzyme chez les plantes normales (Brown, 1953, Brown et collab. 1952, 1953), tandis

que l'activité peroxydasique restait immuable ou présentait une exaltation.

Chez l'*Aerobacter indologenes*, se développant sur un milieu nutritif privé de fer on a constaté (Waring et collab., 1943, 1944) une disparition de l'activité de la catalase, de la peroxydase et de la déhydrase de l'acide formique. Les bandes, d'autre part, d'absorption du cytochrome n'étaient pas visibles. Au cours de la fermentation du glucose par cette bactérie carencée, il se produisait des quantités anormales d'acides formique et lactique tandis que la quantité du CO_2 produit diminuait et la production d'hydrogène et d'acide succinique était suspendue.

Selon les résultats obtenus par Lyon et ses collaborateurs (1943), le taux de l'acide ascorbique chez les Tomates souffrant de carence ferrique, présente une diminution de 30 % tandis que le taux de la riboflavine et du carotène (provitamine A) n'est pas influencé. Cependant Sideris et ses collaborateurs (1944) rapportent que la quantité de l'acide ascorbique augmente chez l'Ananas privé de fer. Selon les résultats d'autres chercheurs (Hamdallah, 1939) le taux de l'acide ascorbique ne change pas chez les plantes chlorotiques de *Phaseolus multiflorum* et *Zea mays*.

Une augmentation de la teneur en aneurine, riboflavine, pyridoxine et acide nicotinique fut noté chez *Torulopsis* cultivé sur un milieu privé de fer. Par contre la teneur en biotine, inosite et acide p-aminobenzoïque serait diminuée tandis qu'elle serait inchangée pour l'acide pantothenique (Lewis, 1944).

L'intensité respiratoire serait diminuée en cas de carence ferrique chez *Helianthus annuus* (Glenister, 1944) et le Soja (Somers et collab., 1942).

L'intensité enfin de la transpiration serait accrue dans le cas où la concentration du fer dans le milieu nutritif augmente (Sideris et collab., 1932).

Dans le présent travail nous exposons les résultats que nous avons eu en étudiant quelques points du métabolisme anormal de l'*Hibiscus esculentus* L., cultivé sur un milieu nutritif privé de fer.

MÉTHODES ET MATÉRIEL

Pour obtenir des plantules, les graines étaient mises à germer sur du coton humide, dans des boîtes de Petri placées dans une étuve à 25° C. Au bout de quatre jours les graines germées étaient placées

sur une cuvette remplie d'eau de sorte que les racines sorties puissent y plonger. Deux jours après, les plantules étaient transferées sur les récipients contenant la solution nutritive. Au cours de l'expérience la température variait entre 23° et 26° C. L'éclairage nécessaire était donné par des tubes fluorescents. Les solutions nutritives, remplacées tous les sept jours, étaient souvent aérées par un dispositif approprié.

La solution nutritive utilisée avait la composition suivante:

KNO_3	0,202	gr.
$Ca(NO_3)_24H_2O$	0,656	»
KH_2PO_4	0,204	»
$MgSO_47H_2O$	0,370	»
$ZnSO_4$	0,0002	»
$MnSO_44H_2O$	0,0022	»
$CuSO_45H_2O$	0,0002	»
H_3BO_3	0,001	»
$CoCl_2$	0,000028	»
$NiCl_26H_2O$	0,000022	»
$Na_2MoO_42H_2O$	0,00007	»
Eau distillée*	1.000	cc

Cultivées sur cette solution les plantes utilisées présentaient des symptômes chlorotiques au bout de 20 jours.

Les solutions concentrées à partir desquelles on préparait la solution diluée ci-dessus, étaient traitées auparavant suivant la technique donnée par Stout et Arnon (1939). Pour les témoins on ajoutait, en plus, du tartrate ferricopotassique à la concentration de 10^{-5}.

Pour la détermination de la matière sèche les plantes, pesées auparavant, étaient placées à l'étuve à 94-95° C pendant 24 heures. La matière sèche était ensuite réduite en poudre, passée au tamis (100 trous au cm^2) et conservée à l'abri de l'humidité jusqu'au moment de son utilisation pour l'analyse.

L'azote total était déterminé suivant la méthode de Koch et McMeeken (1924). Pour l'extraction de l'azote soluble, 150 mgr. de matière sèche étaient extraits par l'eau bouillante pendant 20 minutes (Loomis et Shull, 1937). L'azote protéïque était donné par la différence entre l'azote total et l'azote soluble et les protéines étaient calculées en multipliant l'azote protéique par 6,25.

Pour l'étude des acides aminés libres nous avons recouru à la chromatographie sur papier (Whatman N° 1) en utilisant comme sol-

* Eau distillée dans un appareil entièrement en verre Pyrex.

vent le phénol pour la première direction et le mélange alcool butylique - acide acétique - eau (4 : 1 : 5) pour la seconde. Nous avons aussi utilisé la méthode de chromatographie circulaire.

L'apparition des taches s'obtenait par pulvérisation d'une solution de ninhydrine à 0,1 % dans l'acétone, suivie de chauffage à 105° C pendant dix minutes.

Les sucres réducteurs furent déterminés par la méthode de Hagerdorn et Jensen (1923). Il a été de même pour les sucres totaux après hydrolyse à l' acide chlorhydrique concentré, pendant 5 minutes, à la température de 70° C. Les sucres non réducteurs étaient calculés par la différence entre les sucres totaux et les sucres réducteurs.

Pour la détermination de l'activité enzymatique 1 à 3 gr. de matière fraiche était broyée dans 10 à 15 cc d'eau distillée dans un mortier à porcelaine en présence d'une petite quantité de carborundum. Après une centrifugation rapide le broyat était amené au volume de 10 à 20 cc avec de l'eau distillée et aussitôt utilisé pour l'essai.

La détermination de l'activité de la catalase a été faite d'une part suivant la méthode de Euler et Josephson (cité par Sumner et Somers, 1953) et d'autre part suivant une méthode inspirée de celle de Dille et Watkins (1948) et Panagopoulos (1954)*.

L'activité de la peroxydase était déterminée par la méthode classique de Willstäter modifiée par Sumner et Gjessing (1943). Pour la détermination de l'activité de la tyrosinase fut utilisée la méthode de Miller et Dawson (1941).

Le dosage de l'auxine a été fait par l'application du test d'élongation du coléoptile d'Avoine suivant la technique de Bentley (1950). La séparation des substances actives et inhibitrices a été faite par la méthode de chromatographie sur papier suivant la technique donnée par Bitancourt (1954) et la séparation des fractions acides et neutres de l'extrait étheré par la méthode de Larsen (1949).

---

* Dans une fiole conique de 100 cc placée dans un bain de glace, on mettait 10 cc d'une solution 0,01 N d'eau oxygenée faite avec du tampon pH 6,8. Lorsque la température du liquide atteignait 0° C on ajoutait 5 cc d'extrait et on arrêtait la réaction 30 minutes plus tard en ajoutant 5 cc de 2N d'acide sulfurique. On déterminait par la suite l'H_2O_2 restant au moyen d'une solution de permanganate de potassium 0,005 N. La différence entre le nombre des cc utilisés pour l'échantillon examiné et pour le témoin (n'ayant pas reçu d'extrait) rapportée à un gramme de matière fraiche exprimait les unités de l'activité catalasique dans le cas examiné.

RÉSULTATS

1. Matière sèche. Sous les conditions de nos expériences et pour des plantes âgées de 35 jours, la matière sèche ne présente pas de différence entre les plantes normales et les plantes développées en l'absence de fer.

Dans le tableau I se trouvent rassemblées les données de trois essais différents.

Tableau I

Matière sèche des plantes d'*Hibiscus esculentus* L. développées sur des solutions complètes et privées de fer

Pour 100 de matière fraiche		
Séries	Solution complète	Solution privé de fer
Σ I	7,13	7,05
Σ V	7,56	5,97
Σ Va	6,86	7,29
Moyenne	7,18	6,77

2. Azote. Les analyses effectuées montrent que l'azote total se trouve sensiblement en quantité égale tant chez les plantes carencées que chez les témoins. Par contre l'on constate une différence remarquable quand on envisage la teneur en azote soluble et en azote protéique. Les plantes privées de fer contiennent beaucoup plus d'azote soluble que le témoin, tandis que la teneur en azote protéique est inférieure à celle des plantes normales. Dans le tableau II sont rassemblés les résultats de trois séries différentes.

Tableau II

Teneur en azote des plantes d'*Hibiscus esculentus* L. normales et privées de fer

Teneur en fer de la solution nutritive (Tartrate ferricopotassique gr. par cc)	mgr. d'Azote par gr. de mat. sèche *			Protéines mgr. par gr. de mat. sèche	Pour 100 d'Azote total	
	N total	N soluble	N protéique		N soluble	N protéique
0	72,26	45,40	26,86	167,88	62,82	37,18
10^{-5}	70,00	26,06	43,94	274,63	37,22	62,78

* Moyenne de trois séries.

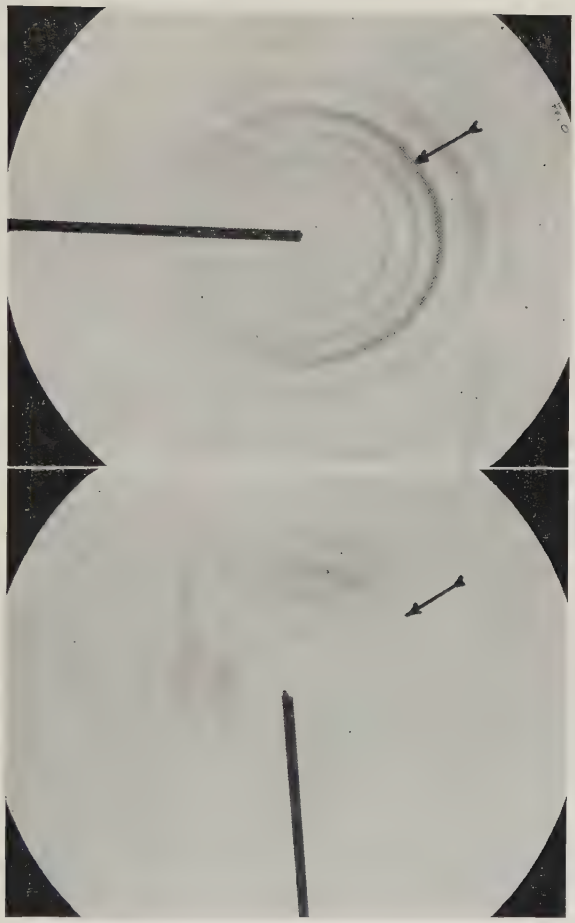

Fig. 1 — Détermination des acides aminés libres de l' *Hibiscus esculentus* L. par la chromatographie circulaire. En haut : plantes privées de fer. En bas : plantes normales. On voit nettement la différence entre le nombre des anneaux formés et l' intensité de leur couleur chez les deux groupes de plantes. La flèche indique l' asparagine qui s' accumule chez les plantes carencées.
(Papier Whatman N° 1. Solvent : phénol. Pulvérisation avec une solution de ninhydrine à 0,1 % dans l' acétone).

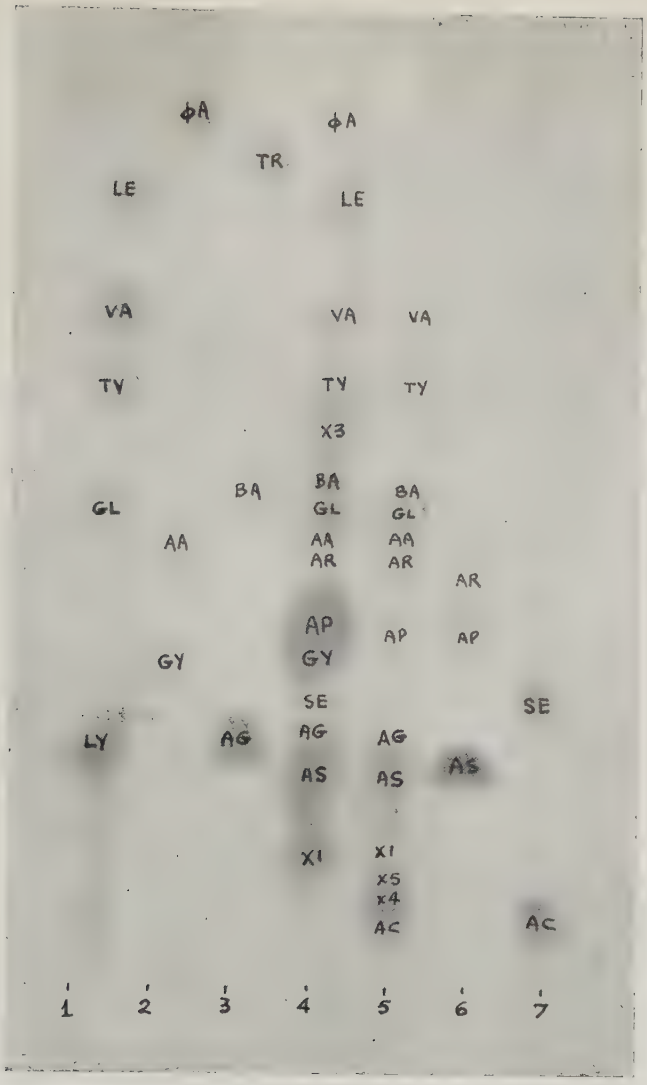

Fig. 2.— Détermination des acides aminés libres de l' *Hibiscus esculentus* L. Chromatographie ascendante dans une direction. 1, 2, 3, 6 et 7 : mélanges d' acides aminés connus. 4 : extrait des plantes privées de fer. 5 : extrait des plantes normales.
LY : L - Lysine - HCl, GL : L - Glutamine, TY : L - Tyrosine, VA : DL - Valine, LE : DL - Leucine, GY : Glycine, AA : L - α - Alanine, φA : DL - β - Phenylalanine, AG : L - Acide Glutamique, BA : β - Alanine, TR : DL - Tryptophane, AS : DL - Acide Aspartique, AP : L - Asparagine, AR : L - Arginine - HCl, AC : L - Acide Cystéique, SE : DL - Serine, X1, X2, X3 et X4 : taches non déterminées. (Papier Whatman N° 1. Solvent : phénol. Pulvérisation avec une solution de ninhydrine à 0,1 % dans l'acétone).

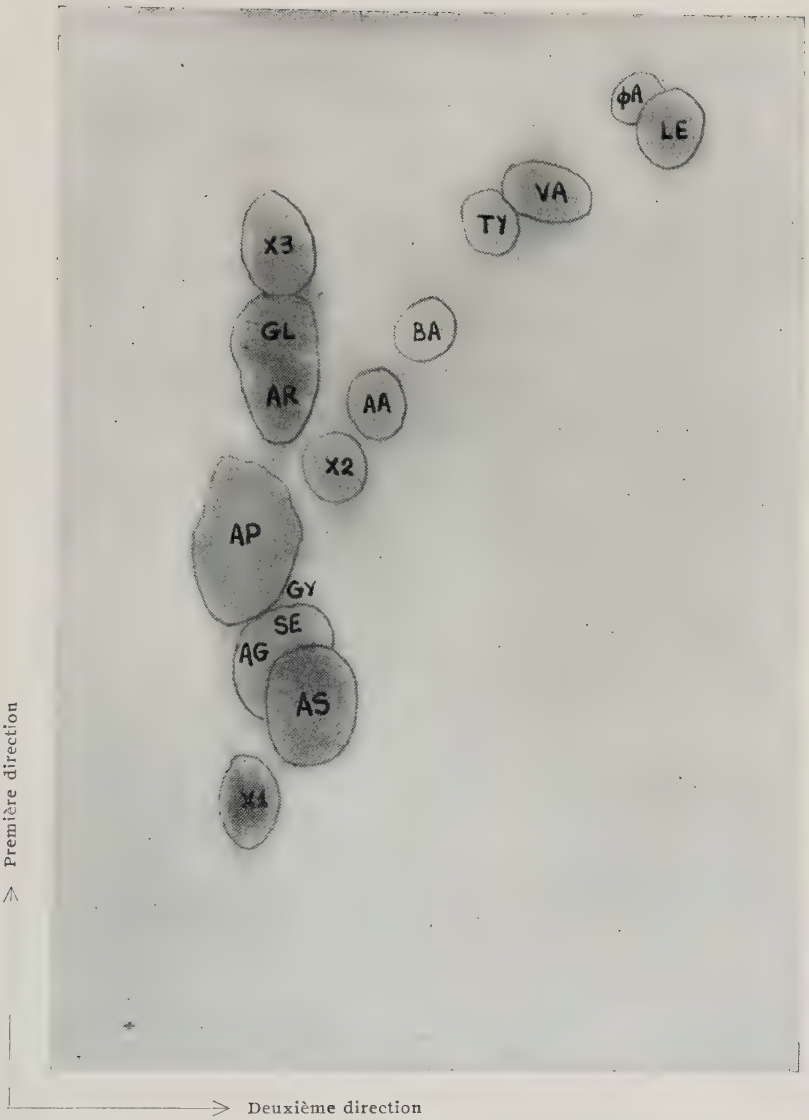

Fig. 3.—Détermination des acides aminés libres de l'*Hibiscus esculentus* L. privé de fer. Chromatographie ascendante. AS : Acide Aspartique, AG : Acide Glutamique, SE : Serine, GY : Glycine, AP : Asparagine, AR : Arginine, GL : Glutamine, AA : α - Alanine, BA : β - Alanine, TY : Tyrosine, VA : Valine, LE : Leucine, φA : Phenylalanine. X1, X2 et X3 : taches non déterminées.

A comparer avec la fig. 4.

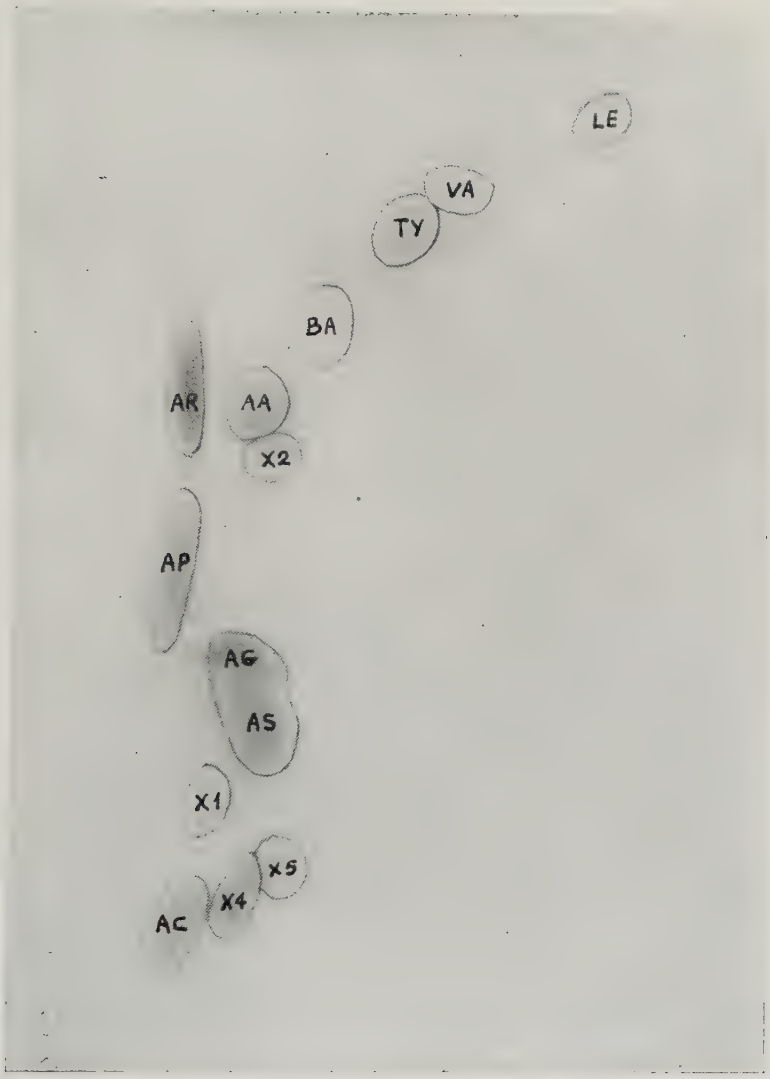

Fig. 4. Détermination des acides aminés libres de l'*Hibiscus esculentus* L. normal. Chromatographie ascendante. AC : Acide Cystéique (?), AS : Acide Aspartique, AG : Acide Glutamique, AP : Asparagine, AR : Arginine, AA : α - Alanine, BA : β - Alanine, TY : Tyrosine, VA : Valine, LE : Leucine. X1, X2, X4, et X5 taches non déterminées.

A comparer avec la fig. 3.

Le quotient *protéines/azote total* a une valeur égale à 2 pour les plantes chlorotiques et à 4 pour les plantes normales tandis que le quotient *protéines/azote soluble* est respectivement égal à 4 et 11.

Étant donné que les valeurs absolues données par les analyses peuvent varier, comme fait remarquer Steinberg (1951), suivant les conditions expérimentales et les techniques utilisées nous présentons dans le tableau III les résultats de la détermination de l'azote sous la forme du rapport *azote des plantes carencées/azote des plantes normales.*

Tableau III

L'influence de la carence ferrique sur la teneur en azote chez l'*Hibiscus esculentus* L.

Azote	plantes privées de fer / plantes normales
total	1,03
soluble	1,74
protéique	0,61

Il en ressort des résultats exposés ci-dessus que la carence de fer exerce sur le métabolisme azoté de l'*Hibiscus esculentus* une profonde perturbation qui se manifeste par une concentration anormale d'azote soluble et une diminution de la teneur en protéines.

Nous avons examiné par la suite si la différence entre l'azote soluble des plantes normales et celui des plantes carencées était seulement quantitative ou si elle était aussi qualitative.

Dans ce but nous avons examiné la nature des acides aminés libres, extraits par l'alcool ethylique à 80 %, par la méthode de chromatographie sur papier. Les figures 1, 2, 3 et 4 montrent bien qu'il y a entre les plantes normales et les plantes privées de fer, une différence qualitative quant à l'azote soluble.

3. Sucres. Les résultats de nos analyses montrent que la teneur en sucre des plantes privées de fer est legèrement supérieure à celle des témoins. Dans le tableau IV sont condensées les données des analyses relatives aux sucres totaux, sucres réducteurs et non réducteurs. Dans le tableau V sont, d' autre part, présentés les rap-

ports entre la teneur des plantes carencées et celle des plantes normales.

Tableau IV

Teneur en sucres des plantes d'*Hibiscus esculentus* L. normales et privées de fer

Teneur en fer de la solution nutritive (Tartrate ferrico-potassique gr. par cc)	Sucres mgr. par gr. de mat. sèche			pour 100 des sucres totaux	
	Totaux	Réducteurs	Non réducteurs	Sucres réducteurs	Sucres non réducteurs
0	18,66	14,90	3,76	80	20
10^{-5}	14,93	12,90	2,03	86	14

Tableau V

Effet de la carence ferrique sur les sucres de l'*Hibiscus esculentus* L.

Sucres	plantes carencées / plantes normales
totaux	1,25
réducteurs	1,15
non réducteurs	1,85

4. Enzymes oxydasiques

A. Catalase. Nous avons déterminé l'activité de la catalase le 5^{e}, 15^{e}, 25^{e} et 35^{e} jour à partir de la mise des plantules sur les solutions nutritives. Dans le tableau VI sont condensés les résultats obtenus par les deux méthodes utilisées.

En examinant ces résultats, qui sont aussi présentés graphiquement dans la fig. 5, on constate qu'il n'y a pas une très grande différence entre l'activité catalasique des plantes normales et des plantes privées de fer, bien qu'au 35^{e} jour de la culture la diminution de l'activité enzymatique atteint 40 %.

Dans d'autres séries d'expériences nous avons trouvé que l'activité de la catalase est nettement supérieure à celle des plantes normales (Tableau VII).

Tableau VI

Activité de la catalase chez l'*Hibiscus esculentus* L. privé de fer.

(Les valeurs de l'activité ont été calculées par rapport à celle de la plante normale considérée comme égale à 100)

Méthode utilisée	Age des plantes			
	5 jours	15 jours	25 jours	35 jours
A *	111,5	74,8	105,7	60,2
B **	74,2	69,8	157,3	60,2

* Méthode d'Euler et Josephson (Sumner et Somers, 1953): résultats exprimés en $\frac{\text{kat. f.}}{\text{poids frais en gr.}} \times 10^3$

** Méthode inspirée de celle de Dille et Watkins (1948) et Panagopoulos (1954): unités par gr. de mat. fraiche.

Tableau VII

Détermination de l'activité de la catalase chez l'*Hibiscus esculentus* L. développé sur une solution nutritive privée de fer.

(Les valeurs sont calculées par rapport à celles du témoin (plante normale) considérées dans chaque cas comme égales à 100).

Série	1ère Méthode	2ème Méthode
I	297	—
II	266	267
III	567	445
IV	250	283
V	175	227

Étant donné que la concentration du sel ferrique chez le témoin était 10^{-5} (gr. par cc) nous avons voulu examiner l'effet que pourrait avoir la concentration du fer sur l'activité de la catalase.

Nous avons, dans ce but, cultivé notre plante sur des solutions nutritives contenant du tartrate ferricopotassique à une concentration (gr/cc) variant de 10^{-8} à 10^{-3} et nous avons déterminé l'activité de la catalase dans chaque groupe au bout de 35 jours en comparant les résultats avec ceux donnés par les plantes privées de fer. Dans le tableau VIII sont rasemblés les résultats de ces essais.

Tableau VIII

L'influence de la concentration en fer sur l'activité de la catalase chez l'*Hibiscus esculentus* L.

Concentration en Fe (Tartrate ferricopotassique gr/cc)	Unités de catalase par gr. de poids frais
0	100
10^{-8}	134
10^{-7}	113
10^{-6}	183
10^{-5}	150
10^{-4}	54
10^{-3}	119

Comme on constate en examinant les données du tableau VIII, l'augmentation de l'activité de la catalase, par rapport à celle manifestée chez les plantes carencées, est de 34 % pour 10^{-8}, 13 % pour 10^{-7}, 83 % pour 10^{-6}, 50 % pour 10^{-5} et 19 % pour 10^{-3}. La diminution de l'activité à la concentration 10^{-4} pourrait être due à une erreur.

En nous référant aux résultats du tableau VI nous pouvons rapprocher l'activité enzymatique trouvée le 35^{e} jour avec celle donnée à la concentration 10^{-5}. Il y a, à première vue, une diminution de l'activité de la catalase chez les plantes privées de fer au moment où les symptômes chlorotiques sont manifestes. Les résultats condensés dans le tableau VII montrent pourtant qu'il n'en est pas toujours ainsi. Nous pensons d'ailleurs que dans le cas de la catalase on devrait avoir une différence d'au moins 100 % pour être certain que

Tableau IX

Activité de la peroxydase chez l'*Hibiscus esculentus* L. développé sur un milieu nutritif privé de fer.

(La valeur de l'activité a été calculée par rapport à celle de la plante normale, considérée comme égale à 100).

Méthode	âge des plantes en jours			
	5	15	25	35
Sumner et Gjessing (1943)	120	83,33	79,43	137,37

celle-ci est significative. Nous reviendrons sur cette question dans le chapitre de la discussion.

B. Peroxydase. La détermination de la peroxydase a été faite parallèlement à celle de la catalase. Des résultats, condensés dans le tableau IX, il ressort que l'activité peroxydasique se présente sensiblement la même chez les plantes normales et les plantes carencées. (Fig. 5).

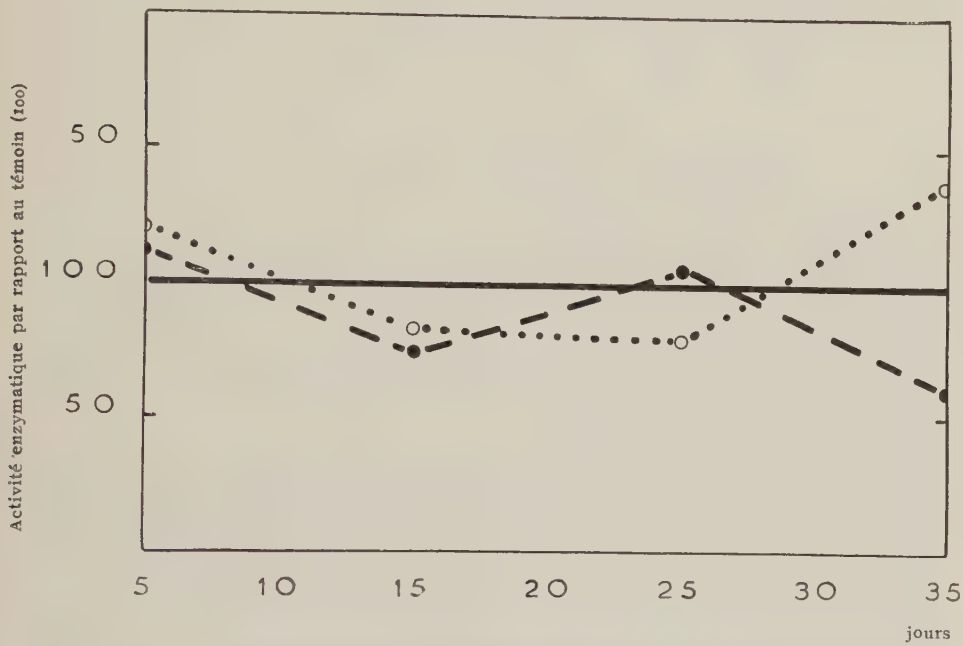

Fig. 5. Activité de la catalase (courbe en tirets) et de la peroxydase (courbe en pointillé) chez l' *Hibiscus esculentus* L. privé de fer par rapport à l'activité de ces enzymes chez les plantes normales considérée comme égale à 100 (ligne en trait plein).

C. Tyrosinase. Dans tous les essais que nous avons effectués nous n'avons pas pu détecter trace de tyrosinase même après avoir réduit la quantité de d'acide ascorbique au $^1/_4$ et augmenté la quantité de pyrocatechine de 25 à 150 mgr.

5. Auxine et substances inhibitrices

Sous les conditions de nos essais nous avons constaté que les auxines des plantes utilisées, déterminées par le test d'élongation du coléoptile d'Avoine, se trouvent au 35^e jour de la culture en quantité égale chez les deux groupes des plantes examinées, normales et

chlorotiques, (Tableau X) et que dans tous les cas ces dernières ne contiennent moins d'auxine que les témoins.

Tableaux X

Teneur en auxine de l'*Hibiscus esculentus* L. développé sur une solution nutritive complète ou privée de fer.

(Élongation des coléoptiles en pourcentage de la longueur initiale)

Concentration en Fe (Tartrate ferricopotassique gr/cc)	Plantes de 5 jours	Plantes de 15 jours	Plantes de 25 jours	Plantes de 35 jours
0	104	73	69	63
10^{-5}	89	24	43	63

L'étude, d'autre part, des substances de croissance et des substances inhibitrices, déterminées par la méthode combinée, de chromatographie sur papier et du test d'Avoine, suggère que les substances inhibitrices se trouveraient en plus grande quantité chez les plantes carencées. Ceci demanderait, cependant, une confirmation ultérieure.

6. Acides organiques.

Les tentatives que nous avons faites pour déterminer, par la méthode de chromatographie sur papier, les acides organiques de nos plantes, n'ont pas donné des résultats satisfaisants, à cause probablement de la technique utilisée. Nous avons toutefois constaté que l'acide fumarique se trouve en quantité moindre chez les plantes souffrant d'une carence de fer.

DISCUSSION

Des résultats exposés plus haut il ressort que la carence de fer provoque chez *l'Hibiscus esculentus* une très nette perturbation du métabolisme azoté. Celle-ci se manifeste par une accumulation considérable d'azote soluble et une diminution de la teneur en protéines. Sur ce point nos résultats corroborent ceux des travaux précédents [Bennett (1945a, 1945b), Iljin (1951), Nielsen et Rojowski (1950), Sideris et Young (1946a), Steinberg (1951)].

La chromatographie sur papier, d'autre part, tout en confirmant les résultats des analyses chimiques, montre que la différence entre les plantes normales et les plantes carencées, du moins en ce qui concerne les acides aminés libres, n'est pas seulement quantitative mais aussi qualitative.

L'accumulation anormale de l'asparagine sur les chromatogrammes correspondants aux plantes privées de fer est très intense. Il serait, peut être, intéressant de rappeler qu'un phénomène analogue se présente chez les plantules développées à l'obscurité. Schulze a, en effet, remarqué (voir Bonner, 1952) que les plantules de Lupin placées à l'obscurité accumulent des grandes quantités d'asparagine.

La quantité d'asparagine est, dans ce cas, bien supérieure à celle trouvée dans la graine. Selon Schulze cette accumulation serait due au fait que les plantules placées à l'obscurité, épuisent leurs hydrates de carbone et utilisent comme substrat de la respiration les acides aminés. Il en résulterait une libération exagerée d'ammoniaque que la plante tâcherait de contrebalancer par la formation d'asparagine.

Il est à remarquer que l'accumulation d'acides aminés ne s'observe pas seulement dans le cas de carence ferrique. On l'a noté en cas de carence d'azote chez le tabac (Steinberg et coll., 1950) et l'orge (Richards et Templeman, 1936), de phosphore chez l'Avoine (Richards et Templeman, 1936), le blé (Jones, 1936), la tomate (MacGillivray, 1927) et le tabac (Steinberg et coll., 1950), de potassium [*Parthenium argentatum* (Cooil et Slattery, 1948), cane à sucre, betterave, tomate, soja (Steinberg 1951), ananas(Sideris et Young, 1946), et orge (Richards et Templeman, 1936)], de soufre [*Brassica nigra* (Eaton, 1942), tomate (Nightingale, 1932)], de magnésium [tabac (Steinberg et coll., 1950) et soja (Steinberg, 1951)], de cuivre [*Aleurites fordii* (Gilbert et coll., 1946)] et de bore (Steinberg et coll., 1950).

Il en est de même de l'accumulation d'amides observée en cas de carence de phosphore, de potassium et de soufre [Eaton (1942), Eckerson (1931), Kraybill (1930), Richards et Berner (1954) et Richards et Coleman (1952)].

Il serait donc logique de penser que la carence des éléments mentionnés a une action indirecte sur le mécanisme de l'accumulation, d'une part des acides aminés et d'autre part des amides, action qui pourrait être dans tous les cas la même.

Dans notre cas l'accumulation de l'asparagine a lieu malgré le fait que les sucres se trouvent chez les plantes chlorotiques, à un taux plus élevé que chez les plantes normales. Il serait, par conséquent, difficile d'admettre que chez les plantes carencées se présentât un besoin d'utilisation d'acides aminés pour la respiration.

Il a, par ailleurs, été noté une accumulation simultanée d'amides et d'hydrates de carbone comme, par exemple, dans le cas de ca-

rence de potassium (Eaton, 1952), de phosphore (Eckerson, 1931) et de soufre (Eaton, 1942).

On pourrait donc penser que dans les cas de carence de fer l'accumulation de l'asparagine serait due à une cause différente de celle qui joue chez les plantules tenues à l'osbcurité.

On pourrait supposer qu'en cas de carence de fer (comme d'ailleurs de celle de P, K, S et probablement d'autres éléments) les désaminations et les transaminations des acides aminés provenant de la protéolyse des protéines de la graine, s'effectuent à une allure toute différente de celle existant chez la plante normale. Ceci aurait comme résultat l'accumulation d'asparagine. Il serait, pensons nous, intéressant d'étudier comparativement le mécanisme de l'accumulation de l'asparagine chez les plantes carencées et chez celles développées à l'obscurité.

Le fait que les protéines se trouvent, chez les plantes privées de fer, à un taux inférieur à celui des plantes normales et les observations de Bennett (1945a) et de Jacobson (1945) sur la relation entre la teneur en chlorophylle, protéine et fer, ont conduit à l'hypothèse que le fer agirait non pas directement sur la formation du pigment vert mais indirectement, et par action catalytique, sur la synthèse des protéines servant de substrat à la chlorophylle.

On doit, cependant, remarquer que la diminution de la teneur en protéines n'est pas spécifique de la carence ferrique. On l'observe aussi dans le cas de carence phosphorique, et magnésienne (Richards et Templeman 1936, Steinberg 1951),

On pourrait penser que l'inhibition de la synthèse des protéines n'est pas la seule cause de la non formation de la chlorophylle. Rappelons que Steinberg (1947) a montré que les symptômes caractéristiques de la maladie du tabac connue sous le nom de «frenching», se manifestent lorsqu'on cultive asseptiquement des plantules de cette espèce en présence d'acides aminés, plus particulièrement de leucine. Le même chercheur et ses collaborateurs (1950) rapportent que l'accumulation d'acides aminés dans les feuilles se manifeste aussi bien dans le cas de «frenching» que dans le cas de carence d'azote, de calcium, de magnésium, de potassium, de phosphore et de bore. L'augmentation de la teneur en acides aminés est, par rapport à la plante normale dans le cas de carence d'azote 32 %, de phosphore 48 %, de potassium 587 %, de calcium 120 %, de magnésium 283 %, de bore 27 % et dans le cas de frenching 94 %. Dans notre cas de carence ferrique cette augmentation arrivait jusqu'à 74 %.

Les données ci-dessus et le fait que les symptômes de chlorose apparaissent aussi à la suite d'absorption, par la plante, d'acides aminés sans qu'il y ait carence d'un élément, font penser que la destruction ou la non formation de la chlorophylle est due, en l'occurence, à l'accumulation de certaines substances dont la concentration les rend toxiques L'apparition de la putrescine dans les feuilles de plantes souffrant d'une carence potassique constitue un exemple bien frappant (Richards, Coleman et Berner, 1952, 1954).

L'analyse chromatographique nous a montré que chez nos plantes privées de fer, les acides aminés se présentent à un taux bien supérieur à celui des plantes normales. En dehors de l'accumulation de l'asparagine et, en deuxième lieu de la glutamine et des acides aspartique et glutamique, il y a chez les plantes chlorotiques beaucoup plus de valine et de leucine. L'accumulation de cette dernière substance fait penser aux résultats de Steinberg sur la toxicité de cet acide aminé.

Nous pensons, par conséquent, que l'on pourrait formuler l'hypothèse suivante: le manque de fer provoquerait, par un mécanisme encore inconnu, l'accumulation d'acides aminés et d'amides et, en même temps, l'inhibition de la synthèse des protéines. La destruction ou la non formation de la chlorophylle serait, dans ce cas, due non seulement à la teneur insuffisante en protéine pour la formation du complexe protéine-chlorophylle mais aussi, et peut être surtout, d'une part à l'accumulation de certaines substances, qui bien qu'elles existent à l'état normal arrivent à une concentration telle qu'elles deviennent toxiques, et, d'autre part, à l'apparition de substances toxiques nouvelles produites par le métabolisme anormal.

Selon les résultats de Bennett (1945b) les plantes souffrant de carence ferrique contiennent moins d'hydrates de carbone que les plantes normales. Ceci ne paraît pourtant être un fait général. Nous avons déjà mentionné le cas de *l'Ananas comosus* (Sideris et collab. 1944). Dans notre cas les plantes chlorotiques contiennent un peu plus de sucres que les plantes normales. Étant donné que chez les premières l'intensité de la photosynthèse est réduite l'on pourrait expliquer l'augmentation du taux en sucres par le fait d'une intensité respiratoire inférieure chez les plantes carencées.

Glenister (1944) et Somers et collab. (1942) ont, en effet, pu constaté que l'intensité de la respiration diminuait dans le cas de carence ferrique.

L'augmentation de la teneur en hydrates de carbone fut, par ail-

leurs, observée dans le cas d'autres carences par ex. de phosphore (Eaton, 1949) de potassium (Eaton, 1952) de soufre (Eaton, 1941, 1942) de zinc (Reed, 1939) et de bore (Steinberg, 1951).

L'activité de la catalase présente, sous nos conditions expérimentales, une fluctuation assez bizarre. Dans un certain nombre de cas l'activité catalasique des plantes carencées diffère peu de celle des témoins . Dans ces cas l'activité est inférieure à celle manifestée par les témoins surtout au bout de 35 jours de culture. Cette diminution ne dépasse pourtant pas le 50 % fait qui, selon notre avis, rend la signification assez incertaine.

La tendance de diminution de l'activité catalasique chez les plantes privées de fer, vers le 35^{e} jour de la culture, correspond à une augmentation de l'activité peroxydasique, fait qui a déjà été constaté dans d'autres cas (Morel et Démétriadès, 1954).

Ces résultats corroboreraient ceux des auteurs précédents (Brown 1953, Brown et Hendricks 1952, Brown et Steinberg 1953). Nous considérons pourtant que dans nos expériences, la différence entre les deux groupes de plantes n'est pas conclusive.

Nous avons, par contre, constaté dans d'autres cas une exhaltation indiscutable de l'activité de la catalase chez les plantes carencées (tableau VII) ce qui pourrait sembler paradoxal. Il faut néanmoins avoir en vue que l'activité catalasique est influencée par un si grand nombre de facteurs (McElroy et Nason, 1954) qu'il devient problematique de discerner le rôle joué par le fer, pourvu que cet élément soit présent à une quantité minime. Même les plantes désignées comme privées de fer ont, en réalité, cette quantité minime de fer puisée aux reserves de la graine et suffisante pour la synthèse des molécules enzymatiques.

Même plus tard, lorsque la formation de la chlorophylle devient impossible à cause de la carence, la synthèse de la catalase ne pourrait pas être exclue. Un cas analogue concernant le magnésium fut étudié par Finkle et Appleman (1953).

Par ailleurs on ne détermine pas la quantité de la catalase mais son activité qui peut varier très souvent indépendamment du métal nécessaire à la synthèse de la molécule comme montrent bien les expériences de Eyster (1950).

La peroxydase, d'ailleurs, contient aussi du fer. Son activité n'est pourtant pas influencée par la carence ferrique comme il ressort des expériences de Brown et ses collaborateurs (1952, 1953) ainsi que des nôtres dans ce travail.

On pourrait peut être expliquer l'exhaltation de l'activité de la catalase observée par nous chez les plantes carencées par la différence de vitesse du développement des tissus. On sait, en effet, que l'activité de l'enzyme en question se trouve en rapport inverse avec la vitesse du développement des tissus (Galston, 1951). Comme les plantes normales se développent plus rapidement que les plantes carencées on pourrait admettre que ces dernières puissent présenter une activité catalasique exhaltée, au moins jusqu'à un certain stade du développement.

En résumé l'activité de la catalase dépend d'un si grand nombre de facteurs qu'il serait, à notre avis, assez difficile de reconnaître à la détermination de cet enzyme une valeur diagnostique dans le cas de carence de fer.

Les plantes carencées n'ont pas dans nos expériences une teneur en auxine inférieure à celle des témoins même au moment où les symptômes chlorotiques sont manifestes. Le cas par conséquent du fer ressemble à celui du manganèse (Skoog, 1940).

Enfin les résultats de nos expériences suggèrent qu'il existe chez les plantes privées de fer une plus grande proportion de substances inhibitrices et une concentration moindre en acide fumarique. La teneur inférieure en cet acide pourrait peut être s'expliquer par la diminution de l'intensité respiratoire chez les plantes privées de fer.

RÉSUMÉ

En étudiant quelques points du métabolisme anormal chez l'*Hibiscus esculentus* L. dans le cas de carence ferrique nous avons constaté les faits suivants:

1. Chez les plantes carencées il y a une augmentation de la teneur en azote soluble et une diminution de la teneur en protéines bien que la quantité de l'azote total ne varie pas par rapport aux plantes normales.

2. La différence constatée, quant à l'azote soluble, entre les plantes normales et les plantes chlorotiques est non seulement quantitative mais aussi qualitative.

3. La teneur en sucres totaux, réducteurs et non réducteurs est légèrement supérieure chez les plantes chlorotiques.

4. L'activité de la catalase présente, au moins sous nos conditions expérimentales, une fluctuation assez bizarre. Dans certains cas elle s'est trouvée nettement supérieure chez les plantes carencées tandis

que dans d'autres elle était essentiellement égale à celle des témoins.

5. L'activité peroxydasique est sensiblement la même chez les deux groupes des plantes.

6. Chez les plantes utilisées l'activité de la tyrosinase, s'il y en a une, n'était pas détectable.

7. La teneur en auxine des plantes privées de fer n'était pas inférieure à celle des plantes témoins même lorsque les symptômes chlorotiques étaient très nets. Les substances inhibitrices seraient par contre chez les plantes carencées plus abondantes que chez les témoins.

6. Chez les plantes carencées la teneur en acide fumarique est inférieure à celle des témoins.

BIBLIOGRAPHIE

BENNETT J. P , 1945a — Iron in leaves. *Soil Sc.*, **60** : 91-105.

BENNETT J. P., 1945b — Minor elements. Evidence and concepts on functions, deficiencies and excesses. Ed. by Firman E. Beat & Herminie Broedel Kitschen-Baltimore (in Steinberg, 1951).

BENTLEY J. A., 1950 — An examination of a method of auxin assay using the growth of isolated sections of Avena coleoptiles in test solutions. *Journ. Exp. Bot.*, **1** : 201-213.

BITANCOURT A. A., 1954 — La nature des auxines des tumeurs végétales. *Ann. Biol.* Vol. 30-31 (1954-1955).

BONNER J., 1952 — Plant Biochemistry. Ac. Press, N.Y.

BROWN J. C., 1953 — The effect of the dominance of a metabolic system requiring Iron or Copper on the development of lime induced chlorosis. *Plant Physiol.*, **28** : 495-502.

BROWN J. C. et HENDRICKS S. B., 1952 — Enzymatic activities as indications of Copper and Iron deficiencies in plants. *Plant Physiol.*, **27** : 651-660.

BROWN J. C. et STEINBERG R. A., 1953 — Iron and Copper enzymes in leaf lamina of tobacco when deficient in micronutrients or grown on calcareous and organic soils. *Plant Physiol.*, **28** : 488-494.

COOIL B. J. et SLATTERY M. C., 1948 — Effects of Potassium deficiency and exces upon certain carbohydrate and nitrogen fractions in guayule *Plant Physiol.*, **23** : 425-442.

DILLE R. S. et WATKINS C. H., 1948 — A method for the determination of plasma catalase and the values obtained in normal adults. *Journ. Labor. and clinical Med.*, **33** : 480-486.

EATON S. V., 1941 — Influence of sulphur deficiency on metabolism of the sunflower. *Bot. Gaz.*, **102** : 536-556.

EATON S. V., 1942 — Influence of sulphur deficiency on metabolism of black mustard. *Bot. Gaz.*, **104** : 306-315.

EATON S. V., 1949 — Effects of Phosphorus deficiency on growth and metabolism of sunflower. *Bot. Gaz.*, **110** : 449-464.

Eaton S. V , 1952 — Effects of Potassium deficiency on growth and metabolism of sunflower plants. *Bot. Gaz.*, **114** : 165-180.

Eckerson S. H., 1931 — Influence of Phosphorus deficiency on metabolism of the tomato (Lycopersicum esculentum Mill.). *Contr. Boyce Thompson Inst.*, **3** : 197-217 (In Eaton, 1949)

Eyster H. C., 1950 — Catalase activity in chloroplast pigment deficient types of corn. *Plant Physiol.*, **25** : 630-638.

Finkle B. J. et Appleman D., 1953 — The effect of Magnesium concentration on chlorophyll and catalase activity in chlorella. *Plant Physiol.*, **28** : 652-663.

Galston A. W., 1951 — Sur la relation entre la croissance des cultures de tissus végétaux et leur teneur en catalase. *C. r. Ac. Sc.*, **232** : 1505-1507.

Gilbert S. G., et Sell H. M. et Drosdoff M., 1946 — The effect of Copper deficiency on the nitrogen metabolism and oil synthesis of the tung tree. *Plant Physiol.*, **21** : 290-303.

Glenister P. R., 1944 — Effects of Iron deficiency on respiration of sunflower plants. *Bot. Gaz.*, **106** : 33-40.

Hagedorn H. C. et Jensen B. N., 1923 — Mikrobestimmung des Blutzuckers mittels Ferricyanide. *Biochem. Zeitschr.*, **135** : 46-58.

Hamdallah Abu el Wafa., 1939 — Vitamin C content of plants grown without Iron and Magnesium. *Protoplasma*, **32** : 31-43. (In Lyon et collab., 1943).

Iljin W. S., 1951 — Metabolism of plants affected with lime induced chlorosis (Calciose) I. Nitrogen metabolism. *Plant and Soil*, **3** : 239-256.

Jacobson G., 1945 — Iron in the leaves and chloroplasts of some plants in relation to their chlorophyll content. *Plant Physiol.*, **20** : 233.

Jones W. W., 1936 — Respiration and metabolism in etiolated wheat seedlings as influenced by phosphorus nutrition. *Plant Physiol.*, **11** : 565-582. (In Eaton, 1949).

Koch F. C. et McMeekin T. L., 1924 — A new direct nesslerization microkjeldahl method and a modification of the Nessler-Folin reagent. *Journ. Am. Chem. Soc.*, **46** : 2066.

Kraybill H. R., 1930 — Plant metabolism studies as an aid in determining fertilizer requirements. *Ind. Eng. Chem.*, **22** : 275-276. (In Eaton, 1949).

Larsen P., — Conversion of indole acetaldeyde to indoleacetic acid in excised coleoptiles and in coleoptile juice. *Am. J. Bot.*, **36** : 32-41.

Lewis J. C., 1944 — Relationship of iron nutrition to the synthesis of vitamins by Torulopsis utilis. *Arch. Biochem.*, **4** : 217-228.

Loomis W. E. et Shull C. A., 1937 — Methods in plant physiology. N. York.

Lyon C. B., Beeson K. C. et Ellis G. H., 1943 — Effects of micro-nutrient deficiencies on growth and vitamin content of the tomato. *Bot. Gaz.*, **104** : 495-514.

MacGillivray J. H., 1927 — Effect of phosphorus on the composition of the tomato plants. *J. Agr. Res.*, **34** : 97-127. (In Eaton, 1949).

McElroy W. D. et Nason A., 1954 — Mechanism of action of micronutrient elements in enzyme systems. *Ann. Rev Plant Physiol.*, **5** : 1-30.

Miller W. H. et Dawson C. R., 1941 — Chronometric determination of Tyrosinase activity. *Journ. Am. Chem. Soc.*, **63** : 3375.

Morel G. et Démétriadès S. D., 1954 — Action des régulateurs de croissance

sur l'activité oxydasique des tissus normaux et tumoraux. *Ann. Biol.* Vol. 30 et 31, (1954-1955).

NIELSEN N. et ROJOWSKI P., 1950 — On the sulphur metabolism of Rhodotorula gracilis. I. The importance of sulphur and iron for the formation of protein and fat. II. The ratio between SH and SS groups. *Acta Chem. Scand.*, **4** : 1309-1313. (In Biol. Abstr., 1951, 29153).

NIGHTINGALE A. T., 1932 — Effects of sulphur deficiency on metabolism in tomato. *Plant Physiol.*, **7** : 565-595 (in Steinberg et collab., 1950).

PANAGOPOULOS K., 1954 — Biochimie analytique et appliquée. (En grec, Athènes).

REED H. S., 1939 — The relation of copper and zinc salts to leaf structure. *Am. J. Bot.*, **26** : 29-33.

RICHARDS F. J. et BERNER E. Jr., 1954 — Physiological studies in plant nutrition XVII. A general survey of the free amino-acids of Barley leaves as affected by mineral nutrition, with special reference to potassium supply. *Ann. Bot.*, **18** : 15-33.

RICHARDS E. J. et COLEMAN R. G., 1952 — Occurence of putrescine in potassium deficient Barley. *Nature*, **170** : 460.

RICHARDS E. J. et TEMPLEMAN W. G., 1936 — Physiological studies in plant nutrition IV. Nitrogen metabolism in relation to nutrient deficiency and age in leaves of Barley. *Ann. Bot.*, **50** : 367-402.

SIDERIS C. P. et KRAUS B. H., 1932 — Carences minérales des plantes, le rôle physiologique du fer, du titane, du manganèse, du bore et du fluor sur le développement de l'Ananas sativus et du Zea mays. 2e Congrès Intern. de Path. Comparée.

SIDERIS C. P. et YOUNG H. Y., 1944 — Effects of iron on chlorophyllous pigments, ascorbic acid, acidity and carbohydrates of Ananas comosus (L.) Merr. *Plant Physiol*, **19** : 52-75.

SIDERIS C. P. et YOUNG H. Y., 1946a — Effects of iron on certain nitrogenous fractions of Ananas comosus (L.) Merr. *Plant Physiol.*, **21** : 75-94.

SIDERIS C. P. et YOUNG H. Y., 1946b — Effects of potassium on the nitrogenous constituents of Ananas comosus (L.) Merr. *Plant Physiol.*, **21** . 218-232.

SIDERIS C. P., YOUNG H. Y. et KRAUS B. H., 1943 — Effects of iron on the growth and ash constituents of Ananas comosus (L.) Merr. *Plant Physiol.*, **18** : 608-632.

SKOOG F., 1946 — Relationships between zinc and auxin in the growth of higher plants. *Am. J. Bot.*, **27** : 939 951.

SOMERS I. I, GILBERT S. G. et SHIVE J. W., 1942 — The iron-manganese ratio in relation to the respiratory CO_2 and deficiency - toxicity symptoms in Soybeans. *Plant Physiol.*, **17** : 317-320. (In Glenister, 1944).

STEINBERG R. A., 1947 — Growth responses to organic compounds by tobacco seedlings in asseptic culture. *J. Agr. Res.*, **75** : 81-92.

STEINBERG R. A., 1951 — Correlations between protein-carbohydrate metabolism and mineral deficiencies in plants. (In «*Mineral nutrition of Plants*», ed. by E. Truog, The Univ. of Wisconsin Press).

STEINBERG R. A., BOWLING J. D. et McMURTREY J. S. Jr., 1950 — Accumulation of free amino-acids as a chemical basis for morphological symptoms in tobacco manifesting frenching and mineral deficiency symptoms. *Plant Physiol*, **25** : 279-288.

STOUT P. R. et ARNON D. I., 1939 — Experimental methods for the study of the rôle of copper, manganese and zinc in the nutrition of higher plants. *Am. J. Bot.*, **26** : 144-149.

SUMNER J. B. et GJESSING E. C., 1943 — A method for determination of peroxidase activity. *Arch. Biochem.*, **2** : 291.

SUMNER J. B. et SOMERS G. F., 1953 — Chemistry and methods of enzymes. Ac. Press, N. York.

WARING W. S. et WERKMAN C. H., 1943 — Growth of bacteria in an iron-free medium. *Arch. Biochem.*, **1** : 303-310.

WARING W. S. et WERKMAN C. H., 1944 — Iron deficiency in bacterial metabolism. *Arch. Biochem.*, **4** : 75-87.

TABLE DES MATIÈRES

DE L'ANNÉE IX, 1955

Page

DÉMÉTRIADÈS S. D. Sur le métabolisme anormal observé chez l'*Hibiscus esculentus* L. dans le cas de carence de fer 10

SAREJANNI J. A., S. D. DÉMÉTRIADÈS et A. J. PAPAÏOANNOU. Rapport sommaire sur les principales maladies des plantes cultivées, observées en Grèce au cours de l'année 1954 3

ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΤΟΥΣ Θ΄, 1955

Σελὶς

ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΟΥ Σ. Δ. Ἐπὶ τῶν ἀνωμαλιῶν τοῦ μεταβολισμοῦ τῶν παρατηρουμένων εἰς τὸ φυτὸν *Hibiscus esculentus* L. εἰς περίπτωσιν τροφοπενίας σιδήρου 10

ΣΑΡΕΓΙΑΝΝΗ Ι. Α., Σ. Δ. ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΟΥ καὶ Α. Ι. ΠΑΠΑΪΩΑΝΝΟΥ. Συνοπτικὴ ἔκθεσις ἐπὶ τῶν κυριωτέρων ἀσθενειῶν τῶν φυτῶν, τῶν παρατηρηθεισῶν ἐν Ἑλλάδι κατὰ τὸ ἔτος 1954 3